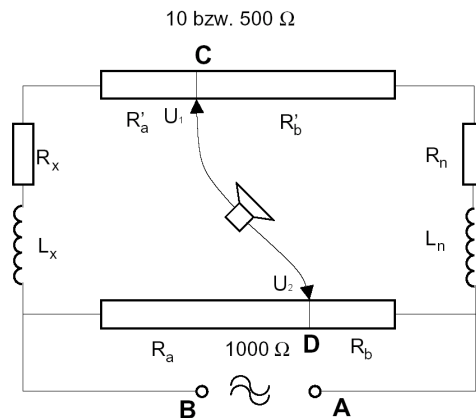


Wheatstonesche Brückenschaltung



Werden zwei Widerstände parallel geschaltet, so gilt bei einer Spannung U zwischen den Punkten A und B

$$\frac{U}{R} = I = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (1)$$

Bei der Parallelschaltung von Widerständen addieren sich die Reziprokwerte der Widerstände Der Gesamtwiderstand

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

ist deshalb kleiner als der kleinste Wert der beiden Widerstände.

Zur genauen Messung von Widerständen wird die Wheatstone-Brücke verwendet. R_n, R_a und R_b sind bekannte Widerstände, R_x ist unbekannt. Zwischen den Punkten A und B wird eine Spannung U_0 angelegt. Die Spannungen

$$U_1 = U_0 \cdot \frac{R_x}{R_n + R_x} \text{ und } U_2 = U_0 \cdot \frac{R_b}{R_a + R_b} \quad (3)$$

an den Punkten C und D gegen B sind genau dann gleich, wenn gilt:

$$\frac{R_n}{R_x} = \frac{R_a}{R_b} \Rightarrow U_1 = U_2 \Rightarrow I = 0 \quad (4)$$

d.h. wenn der Strom durch das Messinstrument 0 wird. Daraus folgt für R_x :

$$R_x = \frac{R_n \cdot R_b}{R_a} \quad (5)$$

Bei abgeglicherer Brücke folgt aus (4):

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{Z_x}{Z_n} \quad (6)$$

und für den Phasenabgleich:

$$\tan \varphi_x = \tan \varphi_n \quad (7)$$

und somit für Kondensatoren mit $Z = \frac{1}{i\omega C}$

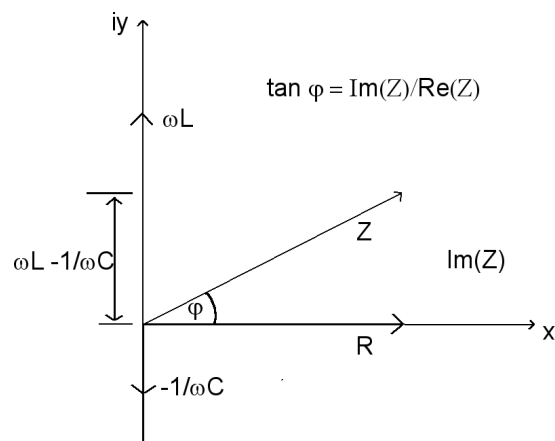
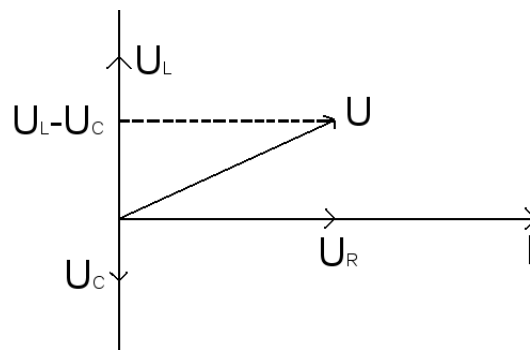
$$C_x = C_n \cdot \frac{R_b}{R_a} \quad (8)$$

und für Spulen mit $Z = i\omega L$

$$L_x = L_n \cdot \frac{R_a}{R_b} \quad (9)$$

Üblicherweise benutzt man zum Abgleich der Brückenschaltung ein Potentiometer, mit dessen Hilfe sich R_2 und R_3 gleichzeitig ändern lassen. Da der Nullabgleich sehr empfindlich ist, stellt die Wheatstone-Brücke eine sehr präzise Möglichkeit zur Messung von Widerständen dar.

Zeigerdiagramme



Auswertung

Kondensator	$R_{a_i} [\Omega]$	$R_{b_i} [\Omega]$	$\frac{R_{b_i}}{R_{a_i}}$	$C_n [F]$	$C_x = \frac{R_{b_i}}{R_{a_i}} * C_n$
C_{x_1}	790	210	0,265822785	$89 \cdot 10^{-6}$	$2,37 \cdot 10^{-7}$
C_{x_2}	430	570	1,325581395	$89 \cdot 10^{-6}$	$1,18 \cdot 10^{-6}$
$C_{x_1}C_{x_2}Reihe$	380	620	1,631578947	$89 \cdot 10^{-6}$	$1,45 \cdot 10^{-6}$
$C_{x_1}C_{x_2}Parallel$	100	900	9	$89 \cdot 10^{-6}$	$8,01 \cdot 10^{-6}$

Im Vergleich zu den Originalmesswerten wird auffallen, dass $R_a = R_b$ und umgekehrt. Dies ist auf eine falsche Verkabelung zurückzuführen. Da $C_{x_1}C_{x_2}Reihe = C_{x_1} + C_{x_2}$ gilt, kann man es an diesem Wert feststellen. Dies gilt hier zumindest Näherungsweise. Theoretisch müsste es $1,42 \cdot 10^{-6}F$ geben, es gibt aber $1,45 \cdot 10^{-6}F$. Für die Parallelschaltung von Kondensatoren gilt: $\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$. Der berechnete Wert entspricht allerdings nicht dem gemessenen. Dies zeigt, dass die Messung insgesamt sehr ungenau ist, da man sehr große Intervalle hat, bei denen die selbe Lautstärke zu hören war.

Spule	$R_{a_i} [\Omega]$	$R_{b_i} [\Omega]$	$\frac{R_a}{R_b}$	L_n	$L_x = \frac{R_{a_i}}{R_{b_i}} * L_n$
L_{x_1}	430	570	0,7543	0,0595	0,0448
L_{x_2}	295	705	0,4184	0,0595	0,0248
M_1	715	285	2,508	0,0595	0,1492
M_2	85	915	0,0928	0,0595	0,0055

Also gilt für die Gegeninduktivität bei gleichem Windungssinn:

$$L_{gl} = L_1 + L_2 + 2M_1 = 45mH + 25mH + 2 \cdot 149mH = 368mH \quad (10)$$

Für die Gegeninduktivität bei entgegengesetztem Windungssinn gilt:

$$L_{gg} = L_1 + L_2 - 2M_2 = 45mH + 25mH - 2 \cdot 5,5mH = 59mH \quad (11)$$